

07191 US

ナ17

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    8 月    6 日  
Date of Application:

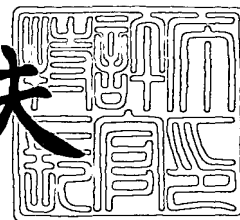
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 2 8 9 4 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 2 8 9 4 3 ]

出      願      人            株 式 会 社 ニ コ ン  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    7 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 6 9 2 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 J96575A1

【提出日】 平成14年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 支持装置およびステージ装置並びに露光装置

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
内

    【氏名】 高橋 正人

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
内

    【氏名】 山本 幸治

【特許出願人】

    【識別番号】 000004112

    【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800076

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 支持装置およびステージ装置並びに露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体を支持する支持面を有した支持装置であって、  
所定圧力の気体が充填され、前記物体を前記気体により前記支持面と直交する  
第 1 方向に支持する気体室と、

前記気体室に配設され、電磁力により前記物体を前記第 1 方向に駆動する駆動  
装置と、を備えたことを特徴とする支持装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の支持装置において、  
前記気体室は、前記支持面を有した本体部と、該本体部から取り外し可能な壁  
部材とを有し、

前記駆動装置は、前記壁部材に設けられた固定子と、該固定子に対して移動す  
る可動子とを有することを特徴とする支持装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の支持装置において、  
前記本体部と前記壁部材との間にはシール部材が介装されることを特徴とする  
支持装置。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれか一項記載の支持装置において、  
前記駆動装置の温度を調整する温度調整装置を備えたことを特徴とする支持装  
置。

【請求項 5】 請求項 2 または 3 記載の支持装置において、  
前記壁部材には、温度調整用媒体を流す流路が形成されていることを特徴とす  
る支持装置。

【請求項 6】 請求項 2、3、5 のいずれか一項記載の支持装置において、  
前記壁部材には、前記駆動装置に用力を供給する用力供給路が形成されている  
ことを特徴とする支持装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれか一項記載の支持装置において、  
前記駆動装置の可動子は、前記支持面と一体的に形成されていることを特徴と  
する支持装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の支持装置において、

前記支持面を前記第 1 方向に移動可能に支持する支持部材を備えたことを特徴とする支持装置。

【請求項 9】 定盤上をステージ本体が移動するステージ装置であって、前記定盤を請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の支持装置により支持することを特徴とするステージ装置。

【請求項 10】 マスクステージに保持されたマスクのパターンを基板ステージに保持された感光基板に投影光学系により露光する露光装置において、前記マスクステージと、前記投影光学系と、前記基板ステージとの少なくとも一つを、請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の支持装置により支持することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、気体により物体を支持するとともに電磁力により物体を駆動する支持装置およびステージ装置並びに半導体集積回路や液晶ディスプレイ等の製造に用いられる露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、半導体デバイスの製造工程の 1 つであるリソグラフィ工程においては、マスク又はレチクル（以下、レチクルと称する）に形成された回路パターンをレジスト（感光剤）が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板上に転写する種々の露光装置が用いられている。

【0003】

例えば、半導体デバイス用の露光装置としては、近年における集積回路の高集積化に伴うパターンの最小線幅（デバイスルール）の微細化に応じて、レチクルのパターンを投影光学系を用いてウエハ上に縮小転写する縮小投影露光装置が主として用いられている。

【0004】

この縮小投影露光装置としては、レチクルのパターンをウエハ上の複数のショ

ット領域（露光領域）に順次転写するステップ・アンド・リピート方式の静止露光型の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、このステッパを改良したもので、特開平8-166043号公報等の開示されるようなレチクルとウエハとを一次元方向に同期移動してレチクルパターンをウエハ上の各ショット領域に転写するステップ・アンド・スキャン方式の走査露光型の露光装置（いわゆるスキヤニング・ステッパ）が知られている。

#### 【0005】

これらの縮小投影露光装置においては、ステージ装置として、床面に先ず装置の基準になるベースプレートが設置され、その上に床振動を遮断するための防振台を介してレチクルステージ、ウエハステージおよび投影光学系（投影レンズ）等を支持する本体コラムが載置されたものが多く用いられている。最近のステージ装置では、前記防振台として、内圧が制御可能なエアマウントやボイスコイルモータ等のアクチュエータ（推力付与装置）を備え、本体コラム（メインフレーム）に取り付けられた、例えば6個の加速度計の計測値に基づいて前記ボイスコイルモータ等の推力を制御することにより本体コラムの振動を制御するアクティブ防振台が採用されている。

#### 【0006】

これらエアマウント及びアクチュエータからなる支持装置は、支持対象となる物体に対する（主にエアマウントによる）支持方向と、（主にアクチュエータによる）駆動方向とが同軸となるように機構的には直列で配置され、また各機器が独立して駆動可能なように機能上は並列に構成されている。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような従来の支持装置およびステージ装置並びに露光装置には、以下のような問題が存在する。

近年においては、半導体デバイスの微細化や露光処理の高速化の要請が益々高まってきており、この要請に応えることができるステージ装置および露光装置が強く要望されている。ところが、この種の装置は、微細化が進むと更なるレンズの高NA化が進み、結果として装置全体が大型化する傾向にある。

**【 0 0 0 8 】**

そのため、支持装置を構成するエアマウントとアクチュエータとを直列に配置すると、装置高さ（支持対象物体に対する支持方向の高さ）に与える影響が非常に大きくなってしまう。そこで、エアマウントとアクチュエータとを直列ではなく並列に配置する構成も採用されているが、多くの場合、この構成では支持対象物体に対する支持方向と駆動方向とが同軸でなくなるため支持対象物体に捻りが加わることになり、支持対象物体が変形して露光精度が低下する虞がある。

**【 0 0 0 9 】**

本発明は、以上のような点を考慮してなされたもので、装置の大型化や露光精度の低下を招くことなくデバイスの微細化に対応できる支持装置およびステージ装置並びに露光装置を提供することを目的とする。

**【 0 0 1 0 】****【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成するために本発明は、実施の形態を示す図 1 ないし図 6 に対応付けした以下の構成を採用している。

本発明の支持装置は、物体（6）を支持する支持面（6 8 a）を有した支持装置（2 9）であって、所定圧力の気体が充填され、物体（6）を気体により支持面（6 8 a）と直交する第 1 方向に支持する気体室（3 0）と、気体室（3 0）に配設され、電磁力により物体（6）を第 1 方向に駆動する駆動装置（3 1）とを備えたことを特徴とするものである。

**【 0 0 1 1 】**

従って、本発明の支持装置では、駆動装置（3 1）が気体室（3 0）に配設されることで、装置の大型化を防ぐことが可能になる。また、気体室（3 0）により物体（6）を支持する方向と駆動装置（3 1）により物体（6）を駆動する方向とを同軸にすることが可能になり、物体（6）に捻りが加わらず変形等が生じることも防ぐことが可能になる。

**【 0 0 1 2 】**

また、本発明のステージ装置は、定盤（6）上をステージ本体（5）が移動するステージ装置（7）であって、定盤（6）を請求項 1 から 8 のいずれか一項記

載の支持装置（29）により支持することを特徴とするものである。

#### 【0013】

従って、本発明のステージ装置では、ステージ本体（5）の移動による定盤（6）の荷重変動を気体室（30）及び駆動装置（31）により支持したり、床振動を遮断する場合でも、装置の大型化を防ぐことが可能になるとともに、定盤（6）に捻りが加わらず変形等が生じることも防ぐことが可能になる。

#### 【0014】

そして、本発明の露光装置は、マスクステージ（2）に保持されたマスク（R）のパターンを基板ステージ（5）に保持された感光基板（W）に投影光学系（PL）により露光する露光装置（1）において、マスクステージ（2）と、投影光学系（PL）と、基板ステージ（5）との少なくとも一つを、請求項1から8のいずれか一項記載の支持装置（29）により支持することを特徴とするものである。

#### 【0015】

従って、本発明の露光装置では、マスクステージ（2）や基板ステージ（5）を移動させる場合でも、マスクステージ（2）や基板ステージ（5）、投影光学系（PL）に捻りが加わらず変形等が生じることも防ぐことが可能になる。そのため、装置を大型化させることなく露光精度の低下を防ぐことが可能になり、デバイスの微細化にも容易に対応できる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の支持装置およびステージ装置並びに露光装置の実施の形態を、図1ないし図7を参照して説明する。ここでは、例えば露光装置として、レチクルとウエハとを同期移動しつつ、レチクルに形成された半導体デバイスの回路パターンをウエハ上に転写する、スキャニング・ステッパを使用する場合の例を用いて説明する。また、この露光装置においては、本発明のステージ装置をウエハステージに適用し、また本発明の支持装置をウエハステージの定盤を支持する防振ユニットに適用するものとする。

#### 【0017】



図 1 に示す露光装置 1 は、光源（不図示）からの露光用照明光によりレチクル（マスク）R 上の矩形状（あるいは円弧状）の照明領域を均一な照度で照明する照明光学系 I U と、レチクル R を保持して移動するレチクルステージ（マスクステージ）2 および該レチクルステージ 2 を支持するレチクル定盤 3 を含むステージ装置 4 と、レチクル R から射出される照明光をウエハ（基板、感光基板）W 上に投影する投影光学系 P L と、ウエハ W を保持して移動するウエハステージ（基板ステージ、ステージ本体）5 および該ウエハステージ 5 を保持する物体としてのウエハ定盤 6 を含むステージ装置 7 と、上記ステージ装置 4 および投影光学系 P L を支持するリアクションフレーム 8 とから概略構成されている。なお、ここで投影光学系 P L の光軸方向を Z 方向とし、この Z 方向と直交する方向でレチクル R とウエハ W の同期移動方向を Y 方向とし、非同期移動方向を X 方向とする。また、それぞれの軸周りの回転方向を  $\theta Z$ 、 $\theta Y$ 、 $\theta X$  とする。

#### 【0018】

照明光学系 I U は、リアクションフレーム 8 の上面に固定された支持コラム 9 によって支持される。なお、露光用照明光としては、例えば超高压水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、i 線）および Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（DUV 光）や、Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）および F<sub>2</sub> レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（VUV）などが用いられる。

#### 【0019】

リアクションフレーム 8 は、床面に水平に載置されたベースプレート 10 上に設置されており、その上部側および下部側には、内側に向けて突出する段部 8 a および 8 b がそれぞれ形成されている。

#### 【0020】

ステージ装置 4 の中、レチクル定盤 3 は、各コーナーにおいてリアクションフレーム 8 の段部 8 a に防振ユニット 11 を介してほぼ水平に支持されており（なお、紙面奥側の防振ユニットについては図示せず）、その中央部にはレチクル R に形成されたパターン像が通過する開口 3 a が形成されている。なお、レチクル定盤 3 の材料として金属やセラミックスを用いることができる。防振ユニット 1

1 は、内圧が調整可能なエアマウント 12 とボイスコイルモータ 13 とが段部 8a 上に直列に配置された構成になっている。これら防振ユニット 11 によって、ベースプレート 10 およびリアクションフレーム 8 を介してレチクル定盤 3 に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている（G は重力加速度）。

#### 【0021】

レチクル定盤 3 上には、レチクルステージ 2 が該レチクル定盤 3 に沿って 2 次元的に移動可能に支持されている。レチクルステージ 2 の底面には、複数のエアベアリング（エアパッド）14 が固定されており、これらのエアベアリング 14 によってレチクルステージ 2 がレチクル定盤 3 上に数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。また、レチクルステージ 2 の中央部には、レチクル定盤 3 の開口 3a と連通し、レチクル R のパターン像が通過する開口 2a が形成されている。

#### 【0022】

レチクルステージ 2 について詳述すると、図 2 に示すように、レチクルステージ 2 は、レチクル定盤 3 上を一对の Y リニアモータ 15、15 によって Y 軸方向に所定ストロークで駆動されるレチクル粗動ステージ 16 と、このレチクル粗動ステージ 16 上を一对の X ボイスコイルモータ 17X と一对の Y ボイスコイルモータ 17Y とによって X、Y、 $\theta$  Z 方向に微小駆動されるレチクル微動ステージ 18 とを備えた構成になっている（なお、図 1 では、これらを 1 つのステージとして図示している）。

#### 【0023】

各 Y リニアモータ 15 は、レチクル定盤 3 上に非接触ベアリングである複数のエアベアリング（エアパッド）19 によって浮上支持され Y 軸方向に延びる固定子 20 と、この固定子 20 に対応して設けられ、連結部材 22 を介してレチクル粗動ステージ 16 に固定された可動子 21 とから構成されている。このため、運動量保存の法則により、レチクル粗動ステージ 16 の +Y 方向の移動に応じて、固定子 20 は -Y 方向に移動する。この固定子 20 の移動によりレチクル粗動ステージ 16 の移動に伴う反力を相殺するとともに、重心位置の変化を防ぐことが

できる。

#### 【0024】

なお、固定子20は、レチクル定盤3上に代えて、リアクションフレーム8に設けてもよい。固定子20をリアクションフレーム8に設ける場合には、エアベアリング19を省略し、固定子20をリアクションフレーム8に固定して、レチクル粗動ステージ16の移動により固定子20に作用する反力をリアクションフレーム8を介して床に逃がしてもよいし、前述の運動量保存の法則を用いた反力処理を実施してもよい。

#### 【0025】

レチクル粗動ステージ16は、レチクル定盤3の中央部に形成された上部突出部3bの上面に固定されY軸方向に延びる一対のYガイド51、51によってY軸方向に案内されるようになっている。また、レチクル粗動ステージ16は、これらYガイド51、51に対して不図示のエアベアリングによって非接触で支持されている。

#### 【0026】

レチクル微動ステージ18には、バキュームチャック18aを介してレチクルRが吸着保持されるようになっている。レチクル微動ステージ18の-Y方向の端部には、コーナキューブからなる一対のY移動鏡52a、52bが固定され、また、レチクル微動ステージ18の+X方向の端部には、Y軸方向に延びる平面ミラーからなるX移動鏡53が固定されている。そして、これら移動鏡52a、52b、53に対して測長ビームを照射する3つのレーザ干渉計（いずれも不図示）が各移動鏡との距離を計測することにより、レチクルステージ2のX、Y、 $\theta Z$ （Z軸回りの回転）方向の位置が高精度に計測される。なお、レチクル微動ステージ18の材質として金属やコージェライトまたはSiCからなるセラミックスを用いることができる。

#### 【0027】

図1に戻り、投影光学系PLとして、ここでは物体面（レチクルR）側と像面（ウエハW）側の両方がテレセントリックで円形の投影視野を有し、石英や蛍石を光学硝材とした屈折光学素子（レンズ素子）からなる1/4（または1/5）

縮小倍率の屈折光学系が使用されている。このため、レチクル R に照明光が照射されると、レチクル R 上の回路パターンのうち、照明光で照明された部分からの結像光束が投影光学系 P L に入射し、その回路パターンの部分倒立像が投影光学系 P L の像面側の円形視野の中央にスリット状に制限されて結像される。これにより、投影された回路パターンの部分倒立像は、投影光学系 P L の結像面に配置されたウエハ W 上の複数のショット領域のうち、1つのショット領域表面のレジスト層に縮小転写される。

#### 【0028】

投影光学系 P L の鏡筒部の外周には、該鏡筒部に一体化されたフランジ 23 が設けられている。そして、投影光学系 P L は、リアクションフレーム 8 の段部 8 b に防振ユニット 24 を介してほぼ水平に支持された鋳物等で構成された鏡筒定盤 25 に、光軸方向を Z 方向として上方から挿入されるとともに、フランジ 23 が係合している。なお、鏡筒定盤 25 として、高剛性・低熱膨張のセラミックス材を用いてもよい。

#### 【0029】

フランジ 23 の素材としては、低熱膨張の材質、例えばインバー（Inver；ニッケル 36%、マンガン 0.25%、および微量の炭素と他の元素を含む鉄からなる低膨張の合金）が用いられている。このフランジ 23 は、投影光学系 P L を鏡筒定盤 25 に対して点と面と V 溝とを介して 3 点で支持する、いわゆるキネマティック支持マウントを構成している。このようなキネマティック支持構造を採用すると、投影光学系 P L の鏡筒定盤 25 に対する組み付けが容易で、しかも組み付け後の鏡筒定盤 25 および投影光学系 P L の振動、温度変化等に起因する応力を最も効果的に軽減できるという利点がある。

#### 【0030】

防振ユニット 24 は、鏡筒定盤 25 の各コーナーに配置され（なお、紙面奥側の防振ユニットについては図示せず）、内圧が調整可能なエアマウント 26 とボイスコイルモータ 27 とが段部 8 b 上に直列に配置された構成になっている。これら防振ユニット 24 によって、ベースプレート 10 およびリアクションフレーム 8 を介して鏡筒定盤 25（ひいては投影光学系 P L）に伝わる微振動がマイク

ロ G (Gは重力加速度) レベルで絶縁されるようになっている。

### 【0031】

ステージ装置 7 は、図 1 から明らかなように、ステージ装置 4 と投影光学系 P L とから分離してベースプレート 10 上に設けられている。ステージ装置 7 は、ウエハステージ 5、このウエハステージ 5 を X Y 平面に沿った 2 次元方向に移動可能に支持するウエハ定盤 6、ウエハステージ 5 と一体的に設けられウエハ W を吸着保持する試料台 S T、これらウエハステージ 5 および試料台 S T を相対移動自在に支持する X ガイドバー X G を主体に構成されている。ウエハステージ 5 の底面には、非接触ベアリングである複数のエアベアリング (エアパッド) 28 が固定されており、これらのエアベアリング 28 によってウエハステージ 5 がウエハ定盤 6 上に、例えば数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。

### 【0032】

ウエハステージ 5 の上面には、ウエハホルダ 41 を介してウエハ W が真空吸着等によって固定される (図 1 参照、図 3 では図示略)。また、ウエハステージ 5 の X 方向の位置は、投影光学系 P L の鏡筒下端に固定された参照鏡 42 を基準として、ウエハステージ 5 の一部に固定された移動鏡 43 の位置変化を計測するレーザ干渉計 44 によって所定の分解能、例えば 0.5 ~ 1 nm 程度の分解能でリアルタイムに計測される。なお、上記参照鏡 42、移動鏡 43、レーザ干渉計 44 とほぼ直交するように配置された不図示の参照鏡、レーザ干渉計および移動鏡 48 (図 3 参照) によってウエハステージ 5 の Y 方向の位置が計測される。なお、これらレーザ干渉計の中、少なくとも一方は、測長軸を 2 軸以上有する多軸干渉計であり、これらレーザ干渉計の計測値に基づいてウエハステージ 5 (ひいてはウエハ W) の X Y 位置のみならず、 $\theta$  回転量あるいはこれらに加え、レベリング量をも求めることができるようになっている。

### 【0033】

図 3 に示すように、X ガイドバー X G は、X 方向に沿った長尺形状を呈しており、その長さ方向両端には電機子ユニットからなる可動子 36、36 (図 3 では 1 つのみ図示) がそれぞれ設けられている。これらの可動子 36、36 に対応す

る磁石ユニットを有する固定子 37, 37 は、ベースプレート 10 に突設されたサイド定盤 32、32 上にエアパッド 54 を介して設けられている。そして、これら可動子 36 および固定子 37 によってムービングコイル型のリニアモータ 33、33 が構成されており、可動子 36 が固定子 37 との間の電磁氣的相互作用により駆動されることで、X ガイドバー XG は Y 方向に移動するとともに、リニアモータ 33、33 の駆動を調整することで  $\theta$  Z 方向に回転移動する。すなわち、このリニアモータ 33 によって X ガイドバー XG とほぼ一体的にウエハステージ 5（および試料台 ST、以下単にウエハステージ 5 と称する）が Y 方向および  $\theta$  Z 方向に駆動されるようになっている。なお、ウエハステージ 5 は、Y 方向の移動にはガイド部材を有さないガイドレスステージとなっているが、ウエハステージ 5 の X 方向の移動に関しても適宜ガイドレスステージとすることができる。

#### 【0034】

固定子 37、37 は、ウエハ定盤 6 の X 方向両側にウエハ定盤 6 とは（振動的に）独立して設けられたサイド定盤 32、32 上に、Y 方向へのガイド機構を有するエアパッド 54 を介してそれぞれ Y 方向に移動自在にそれぞれ浮揚支持されている。このため、運動量保存の法則により、ウエハステージ 5 の例えば +Y 方向の移動に応じて、固定子 37 は -Y 方向に移動する。換言すると、固定子 37 は、カウンタマスとして機能しており、その移動によりウエハステージ 5 の移動に伴う反力を相殺するとともに、重心位置の変化を防ぐことができる。

#### 【0035】

なお、+X 側（図 3 中、左側）に配置される固定子 37 には、X ガイドバー XG や可動子 36 に接続されるエア用配管、冷媒用配管、電力配線、信号供給用のシステム配線等の各種用力供給ケーブル等に応力集中を発生させずに（緩和して）導くための傾斜面が形成されている（但し、図 1 では便宜上同形状に図示）。

#### 【0036】

ウエハステージ 5 は、X ガイドバー XG との間に Z 方向に所定量のギャップを維持する磁石およびアクチュエータからなる磁気ガイドを介して、X ガイドバー XG に X 方向に相対移動自在に非接触で支持・保持されている。また、ウエハステージ 5 は、X ガイドバー XG に埋設された固定子 35a を有する X リニアモー

タ 35 による電磁氣的相互作用により X 方向に駆動される。なお、X リニアモータの可動子は図示していないが、ウエハステージ 5 に取り付けられている。

#### 【0037】

また、図 4 に示すように、X ガイドバー XG の X 方向側には、ボイスコイルモータで構成された X トリムモータ 34 の可動子 34a が取り付けられている。X トリムモータ 34 は、X リニアモータ 35 の固定子としての X ガイドバー XG とリアクションフレーム 8 との間に介装されており、その固定子 34b はリアクションフレーム 8 に設けられている。このため、ウエハステージ 5 を X 方向に駆動する際の反力は、X トリムモータ 34 によりリアクションフレーム 8 に伝達され、さらにリアクションフレーム 8 を介してベースプレート 10 に伝達されることで、ウエハ定盤 6 に振動が伝わることを防げる。なお、実際には X トリムモータ 34 は、リニアモータ 33 を挟んだ Z 方向両側に配置されているが、図 4 では便宜上 +Z 側の X トリムモータ 34 のみ図示している。

#### 【0038】

なお、固定子 37 には、ウエハステージ 5 の移動時の運動量に基づいて当該固定子の運動量を補正するトリムモータ（不図示）が備えられている。このトリムモータは、例えば固定子 37 の Y 側端部に Y 方向に沿って延設された円柱状の移動子と、移動子を Y 方向に駆動する固定子とからなるシャフトモータで構成される。そして、図 5 に示すように、ウエハステージ 5 が X 方向及び Y 方向の双方に移動する場合や、X ガイドバー XG の中央部から偏心した位置から移動する場合に左右の固定子 37 が、その推力配分によってそれぞれ異なる変位が生じたり、可動子 36 と固定子 37 とのカップリングにより、これらが相対移動した際に元の位置に止まろうとする力が作用した場合は、固定子 37 が移動すべき位置とは異なる位置に移動する。そのため、ウエハステージ 5 の移動時の運動量に基づいてトリムモータを駆動することで、固定子 37 が所定の位置に到達するようにその移動量（運動量）を補正することができる構成になっている。

#### 【0039】

ウエハ定盤 6 は、ベースプレート 10 の上方に、三角形の頂点に配置された 3 つの防振ユニット（支持装置）29 を介してほぼ水平に支持されている。図 6 に

、防振ユニットの概略構成図を示す。防振ユニット 29 は、所定圧力のエア（気体）が充填され、このエアによりウエハ定盤 6 を支持するエアマウント（気体室） 30 と、当該エアマウント 30 内に配設されたボイスコイルモータ（駆動装置） 31 とを主体に構成されている。

#### 【0040】

エアマウント 30 は、ベースプレート 10 上に設置されアルミニウム、ステンレス等のケミカルクリーン対応材で形成されたベース（壁部材） 61 と、取付ネジ等によりベース 61 に取り外し可能に固定され、且つベース 61 との間にＯリング（シール部材） 65 が介装されて内部空間 66 を気密に保持する本体部 62 と、内部空間 66 のエア圧を検出する圧力センサ 63 と、内部空間 66 を加圧・減圧する不図示のエア圧調整装置に接続され、その加圧・減圧を切り替えるサーボバルブ 64 と、圧力センサ 63 の検出結果に基づいてサーボバルブ 64 を制御する制御装置 80 とから概略構成される。本体部 62 は、ベース 61 上に立設された外壁 67 と、ウエハ定盤 6 を支持する支持面 68a を有し、当該支持面 68a と直交する Z 方向（第 1 方向）にウエハ定盤 6 を支持する可動子 68 と、外壁 67 と可動子 68 との間に介装され可動子 68 を外壁 67 に対して Z 方向に移動自在に支持するダイヤフラム（支持部材） 69 とから構成されている。

#### 【0041】

ボイスコイルモータ 31 は、電磁力によりウエハ定盤 6 を Z 方向に駆動するものであって、ベース 61 に突設された固定子 70 と、固定子 70 に対して Z 方向に移動するステンレス等で形成された可動子 71 とから構成されている。この可動子 71 は、エアマウント 30 の可動子 68 と取付ネジ等の締結手段 72 によって一体的に構成（形成）されている。なお、締結手段 72 の頭部は可動子 71 に係合し、ネジ部は可動子 68 に螺着するが、可動子 68 においてネジ部と螺着する雌ねじ部は、内部空間 66 のエアが溢出しないように上部側（ウエハ定盤 6 側）に貫通せずに形成されている。また、内部空間 66 の容積は、ボイスコイルモータ 31 を内装するために、当該ボイスコイルモータ 31 の体積を考慮して設定されている。

#### 【0042】



また、ボイスコイルモータ 31 は駆動により発熱するため、温度調整用に冷媒（温度調整用媒体）の流動によりボイスコイルモータ 31 の温度を調整する温度調整装置 73 が付設されている。そして、ベース 61 には、冷媒を流動させるための流路 74 が設けられており、この冷媒は外壁 67 と離間したベース 61 の側面 61 a から流路 74 に導入・排出される。なお、冷却媒体としては、HFE（ハイドロ・フルオロ・エーテル）やフッ素ナートを用いることが可能であるが、本実施の形態では地球温暖化係数が低く、オゾン破壊係数がゼロであるため、地球環境保護の観点から HFE を用いている。

#### 【0043】

また、ベース 61 には、ボイスコイルモータ 31 に電力、駆動信号等の用力を供給するための用力供給線（用力供給路）75 が設けられている。そして、ベース 61 の側面 61 a には、これら用力供給線 75 を外部線と接続させるための端子台 76 が取り付けられている。

#### 【0044】

図 1 に戻り、投影光学系 PL のフランジ 23 には、異なる 3 カ所に 3 つのレーザ干渉計 45 が、ウエハ定盤 6 との Z 方向の相対位置を検出するための検出装置として固定されている（ただし、図 1 においてはこれらのレーザ干渉計のうち 1 つが代表的に示されている）。各レーザ干渉計 45 に対向する鏡筒定盤 25 の部分には、開口 25 a がそれぞれ形成されており、これらの開口 25 a を介して各レーザ干渉計 45 から Z 方向のレーザビーム（測長ビーム）がウエハ定盤 6 に向けて照射される。ウエハ定盤 6 の上面の各測長ビームの対向位置には、反射面がそれぞれ形成されている。このため、上記 3 つのレーザ干渉計 45 によってウエハ定盤 6 の異なる 3 点の Z 位置がフランジ 23 を基準としてそれぞれ計測される（図 1 においては、測長ビームがウエハステージ 5 の手前を通過する状態を示している）。なお、ウエハステージ 5 の上面に反射面を形成して、この反射面上の異なる 3 点の Z 方向位置を投影光学系 PL またはフランジ 23 を基準として計測する干渉計を設けてもよい。

#### 【0045】

また、上記レチクル定盤 3、ウエハ定盤 6、鏡筒定盤 25 には、各定盤の Z 方

向の振動を計測する 3 つの振動センサ（例えば加速度計；不図示）と、X Y 面内方向の振動を計測する 3 つの振動センサ（例えば加速度計；不図示）とがそれぞれ取り付けられている。後者の振動センサのうち 2 つは、各定盤の Y 方向の振動を計測し、残りの振動センサは X 方向の振動を計測するものである（以下、便宜上これらの振動センサを振動センサ群と称する）。そして、これらの振動センサ群の計測値に基づいてレチクル定盤 3、ウエハ定盤 6、鏡筒定盤 25 の 6 自由度（X、Y、Z、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、 $\theta Z$ ）の振動をそれぞれ求めることができる。

#### 【0046】

次に、上記のように構成された露光装置の中、まずステージ装置 7 の動作について説明する。

リニアモータ 33、35 の駆動によりウエハステージ 5 が移動した際には、レーザ干渉計 44 等の計測値に基づいて、ウエハステージ 5 の移動に伴う重心の変化による影響をキャンセルするカウンターフォースを防振ユニット 29 に対してフィードフォワードで与え、この力を発生するようにエアマウント 30 およびボイスコイルモータ 31 を駆動する。また、ウエハステージ 5 とウエハ定盤 6 との摩擦が零でない等の理由で、ウエハ定盤 6 の 6 自由度方向の微少な振動が残留した場合にも、上記残留振動を除去すべく、エアマウント 30 およびボイスコイルモータ 31 をフィードバック制御する。

#### 【0047】

具体的には、ウエハステージ 5 の移動により防振ユニット 29 の負担すべき重量が増えたときには、エアマウント 30 においては、制御装置 80 が圧力センサ 63 の検出結果をモニタしながらサーボバルブ 64 をエア供給側に切り替える。これにより、エア圧調整装置から所定圧力（例えば 10 kPa）のエアがサーボバルブ 64 を介して内部空間 66 に充填され、可動子 68 を介してウエハ定盤 6 を支持する際の支持力を増すことができる。また、エアマウント 30 の支持力で不足する重量増加についてはボイスコイルモータ 31 を駆動し、可動子 71（及び可動子 68）を介してウエハ定盤 6 に推力を付与することで、不足する支持力を負担することになる。また、ウエハ定盤 6 の残留振動に関しては、振動センサ群の検出結果に基づいて、重心変化時と同様にエアマウント 30 及びボイスコイ

ルモータ 31 を駆動することで残留振動をアクティブに制振し、ベースプレート BP を介してウエハ定盤 6 に伝わる微振動をマイクロ G (G は重力加速度) レベルで絶縁する。

#### 【0048】

なお、エアマウント 30 の駆動及びボイスコイルモータ 31 の駆動によりウエハ定盤 6 に付与される力は、一体的に形成された可動子 68 及び可動子 71 から付与されるため、複数カ所に跨ってウエハ定盤 6 に力を付与する場合に比べて安定した推力付与及び支持を実施できるとともに、制御性能の向上も実現可能である。

#### 【0049】

また、上記ボイスコイルモータ 31 を駆動した際には熱が生じるが、温度調整装置 73 により温度調整された冷媒が固定子 70 の流路 74 を流動することで、熱交換により熱が吸収される。また、ボイスコイルモータ 31 で生じた熱は、内部空間 66 に封止されるため、防振ユニット 29 からの発熱としては小さくすることができる。そして、ウエハステージ 5 の移動により防振ユニット 29 の負担すべき重量が減り、エアマウント 30 内の圧力を減圧する際には、サーボバルブ 64 をエア排出側に切り替えて内部空間 66 からエアを排出するが、これはボイスコイルモータ 31 の駆動で生じた熱で温度上昇したエアを排出することになり、ボイスコイルモータ 31 の冷却の一翼を担うことになる。

#### 【0050】

なお、冷媒流動用の流路 74 は、エアマウント本体部 62 の外壁 67 と離間した側面 61a に開口するので、外壁 67 にシール処理を施す必要がなくなる。同様に、用力供給線 76 も側面 61a からベース 61 に導入されるため、外壁 67 を貫通させる場合のように、エア溢出防止用のシール処理が不要になる。さらに、用力供給線 76 と接続させるための端子台 76 も側面 61a に外部に露出させて取り付けすることで、メンテナンスや用力供給線 76 と外部装置との接続作業を容易に実施できる。

#### 【0051】

続いて、露光装置 1 における露光動作について説明する。

ここでは、予め、ウエハW上のショット領域を適正露光量（目標露光量）で走査露光するための各種の露光条件が設定されているものとする。そして、いずれも不図示のレチクル顕微鏡およびオフアクシス・アライメントセンサ等を用いたレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業が行われ、その後アライメントセンサを用いたウエハWのファインアライメント（EGA；エンハンスト・グローバル・アライメント等）が終了し、ウエハW上の複数のショット領域の配列座標が求められる。

#### 【0052】

このようにして、ウエハWの露光のための準備動作が完了すると、アライメント結果に基づいてレーザ干渉計44の計測値をモニタしつつ、リニアモータ33、35を制御してウエハWの第1ショットの露光のための走査開始位置にウエハステージ5を移動する。そして、リニアモータ15、33を介してレチクルステージ2とウエハステージ5とのY方向の走査を開始し、両ステージ2、5がそれぞれの目標走査速度に達すると、照明光学系IUからの露光用照明光により、レチクルR上の所定の矩形状の照明領域が均一な照度で照明される。この照明領域に対してレチクルRがY方向に走査されるのに同期して、この照明領域と投影光学系PLに関して共役な露光領域に対してウエハWを走査する。

#### 【0053】

そして、レチクルRのパターン領域を透過した照明光が投影光学系PLにより、 $1/5$ 倍あるいは $1/4$ 倍に縮小され、レジストが塗布されたウエハW上に照射される。そして、ウエハW上の露光領域には、レチクルRのパターンが逐次転写され、1回の走査でレチクルR上のパターン領域の全面がウエハW上のショット領域に転写される。この走査露光時には、レチクルステージ2のY方向の移動速度と、ウエハステージ5のY方向の移動速度とが投影光学系PLの投影倍率（ $1/5$ 倍あるいは $1/4$ 倍）に応じた速度比に維持されるように、リニアモータ15、33を介してレチクルステージ2およびウエハステージ5が同期制御される。

#### 【0054】

レチクルステージ2の走査方向の加減速時の反力は、固定子20の移動により

吸収され、ステージ装置 4 における重心の位置が Y 方向において実質的に固定される。また、レチクルステージ 2 と固定子 20 とレチクル定盤 3 との 3 者間の摩擦が零でなかったり、レチクルステージ 2 と固定子 20 との移動方向が僅かに異なる等の理由で、レチクル定盤 3 の 6 自由度方向の微少な振動が残留した場合には、上記残留振動を除去すべく、エアマウント 12 およびボイスコイルモータ 13 をフィードバック制御する。また、鏡筒定盤 25 においては、レチクルステージ 2、ウエハステージ 5 の移動による微振動が発生しても、6 自由度方向の振動を求め、エアマウント 26 およびボイスコイルモータ 27 をフィードバック制御することによりこの微振動をキャンセルして、鏡筒定盤 25 を定常的に安定した位置に維持することができる。

#### 【0055】

このように、本実施の形態では、ボイスコイルモータ 31 がエアマウント 30 内に配設されているので、ウエハ定盤 6 に対する支持方向及び駆動方向を同軸にして、ウエハ定盤 6 に捻りを加えず変形させない状態を維持しながら、露光装置の大型化を防ぐことができる。そのため、本実施の形態では、装置の大型化を回避しつつ、露光精度の低下も防止してデバイスの微細化に対応することが可能である。また、本実施の形態では、ボイスコイルモータ 31 をエアマウント 30 内に配設することで、ボイスコイルモータ 31 で生じた熱を内部空間 66 に封止するので、防振ユニット 29 の外部に与える熱の悪影響を抑制できるとともに、内部空間 66 のエアを排出したときに、ボイスコイルモータ 31 の駆動で生じた熱も併せて排出することができ、冷却効率の向上も実現している。

#### 【0056】

そして、本実施の形態では、ウエハ定盤 6 を支持する可動子 68 と推力を付与する可動子 71 とが一体的に形成されているので、外乱等の要因になることなく安定した支持及び推力付与が実現できるとともに、制御性の向上も実現している。

#### 【0057】

また、本実施の形態では、エアマウント本体部 62 がベース 61 に対して取り外しが自在であるので、メンテナンスや部品交換等を容易に実施することができる。

、作業効率を向上させることができる。しかも、エアマウント本体部 62 とベース 61 との間に Oリング 65 を介装することで、これらの間からエアが溢出することも防ぐことができる。加えて、本実施の形態では、ボイスコイルモータ 31（及び内部空間 66 のエア）を温度調整するための冷媒用流路 74 や用力供給線 76 をベース 61 に設けることで、エアマウント本体部 62 に設ける場合に必要なシール処理が不要になり、シール不備に起因する障害を回避できるとともに、装置のコスト低減に寄与できる。さらに、端子台 76 をベース 61 の側面 61a に露出して取り付けすることで、メンテナンスや用力供給線 76 と外部装置との接続作業も容易化できる。

#### 【0058】

なお、上記実施の形態において、ウエハ定盤 6 を介してウエハステージ 5 を支持・駆動する防振ユニット 29 に本発明の支持装置を適用する構成としたが、これに限定されるものではなく、例えばレチクル定盤 3 を介してレチクルステージ 2 を支持・駆動する防振ユニット 11 や、鏡筒定盤 25 を介して投影光学系 PL を支持・駆動する防振ユニット 24 にも適用可能である。また、上記実施の形態では、本発明のステージ装置を露光装置のステージ装置 7 に適用した構成としたが、露光装置以外にも転写マスクの描画装置、マスクパターンの位置座標測定装置等の精密測定機器にも適用可能である。

#### 【0059】

なお、本実施の形態の基板としては、半導体デバイス用の半導体ウエハ W のみならず、液晶ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

#### 【0060】

露光装置 1 としては、レチクル R とウエハ W とを同期移動してレチクル R のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニング・ステッパー；USP5,473,410）の他に、レチクル R とウエハ W とを静止した状態でレチクル R のパターンを露光し、ウエハ W を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパー）にも適用するこ

とができる。また、本発明はウエハW上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用可能である。

#### 【0061】

露光装置1の種類としては、ウエハWに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

#### 【0062】

また、不図示の露光用光源として、超高圧水銀ランプから発生する輝線(g線(436nm)、h線(404nm)、i線(365nm))、KrFエキシマレーザ(248nm)、ArFエキシマレーザ(193nm)、F<sub>2</sub>レーザ(157nm)、Ar<sub>2</sub>レーザ(126nm)のみならず、電子線やイオンビームなどの荷電粒子線を用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には電子銃として、熱電子放射型のランタンヘキサボライト(LaB<sub>6</sub>)、タンタル(Ta)を用いることができる。また、YAGレーザや半導体レーザ等の高調波などを用いてもよい。

#### 【0063】

例えば、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム(又はエルビウムとイットリビウムの両方)がドーピングされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を露光光として用いてもよい。なお、単一波長レーザの発振波長を1.544~1.553μmの範囲内とすると、193~194nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を1.57~1.58μmの範囲内とすると、157~158nmの範囲内の10倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

#### 【0064】

また、レーザプラズマ光源、又はSORから発生する波長5~50nm程度の

軟X線領域、例えば波長13.4 nm、又は11.5 nmのEUV (Extreme Ultra Violet) 光を露光光として用いてもよく、EUV露光装置では反射型レチクルが用いられ、かつ投影光学系が複数枚（例えば3～6枚程度）の反射光学素子（ミラー）のみからなる縮小系となっている。

#### 【0065】

投影光学系PLの倍率は、縮小系のみならず等倍系および拡大系のいずれでもよい。また、投影光学系PLとしては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F<sub>2</sub>レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし（レチクルRも反射型タイプのものを用いる）、また電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればよい。なお、電子線が通過する光路は、真空状態にすることはいうまでもない。

#### 【0066】

ウエハステージ5やレチクルステージ2にリニアモータ（USP5,623,853またはUSP5,528,118参照）を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ2、5は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

#### 【0067】

各ステージ2、5の駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニット（永久磁石）と、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージ2、5を駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージ2、5に接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージ2、5の移動面側（ベース）に設ければよい。

#### 【0068】

以上のように、本願実施形態の露光装置1は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保する



ために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

#### 【0069】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図7に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、シリコン材料からウエハを製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

#### 【0070】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、装置の大型化を回避しつつ、露光精度の低下も防止してデバイスの微細化に対応できるとともに、制御性の向上及びコスト低減も実現できる。

##### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の露光装置の概略構成図である。
- 【図2】 同露光装置を構成するレチクルステージの外観斜視図である。
- 【図3】 本発明に係るウエハステージの外観斜視図である。
- 【図4】 同ウエハステージの概略正面図である。
- 【図5】 同ウエハステージの概略平面図である。

【図 6】 本発明の実施の形態を示す図であって、防振ユニットの概略構成図である。

【図 7】 半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

P L 投影光学系

R レチクル（マスク）

W ウエハ（基板、感光基板）

1 露光装置

2 レチクルステージ（マスクステージ）

5 ウエハステージ（基板ステージ、ステージ本体）

6 ウエハ定盤（物体）

7 ステージ装置

2 9 防振ユニット（支持装置）

3 0 エアマウント（気体室）

3 1 ボイスコイルモータ（駆動装置）

6 1 ベース（壁部材）

6 2 本体部

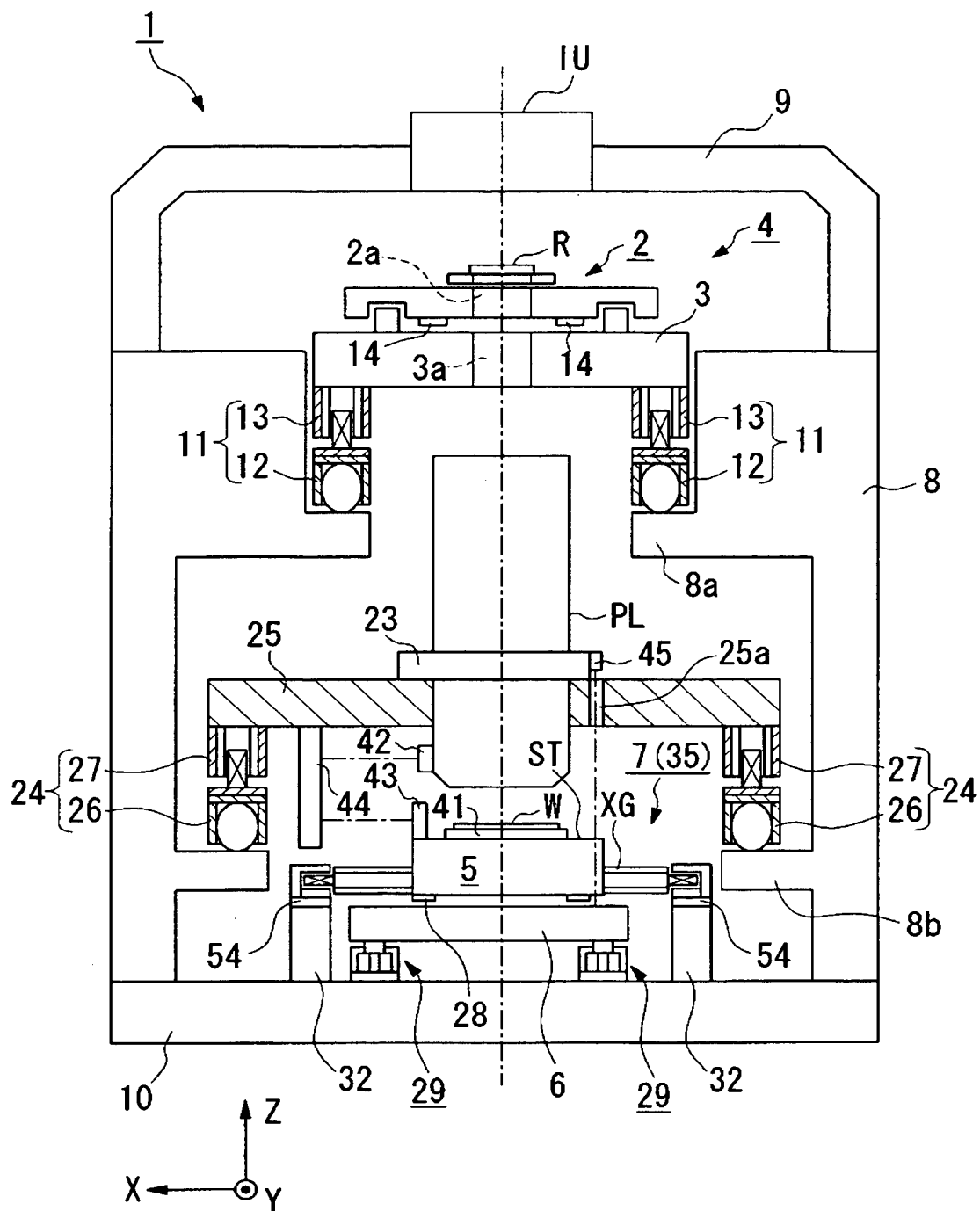
6 5 Oリング（シール部材）

6 8 a 支持面

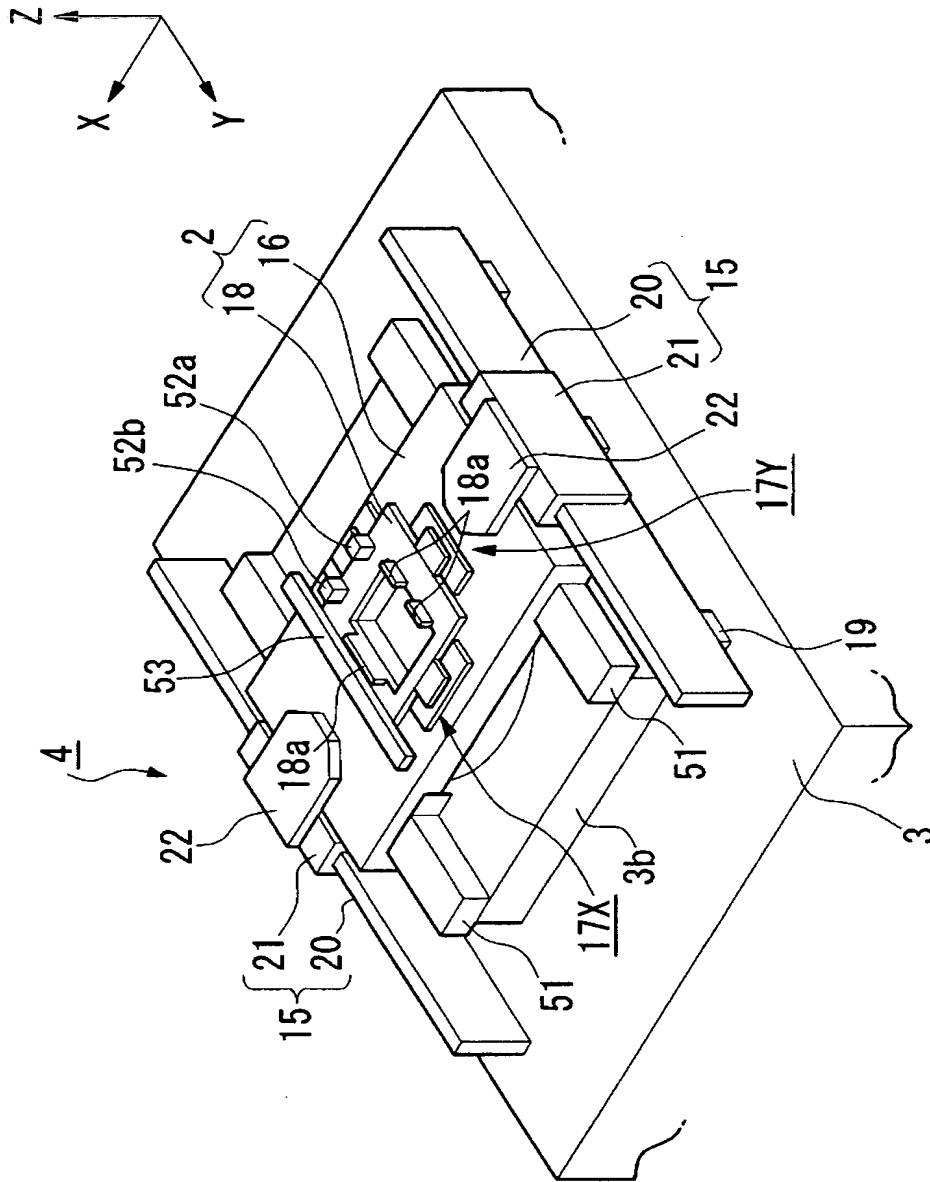
6 9 ダイヤフラム（支持部材）

【書類名】 図面

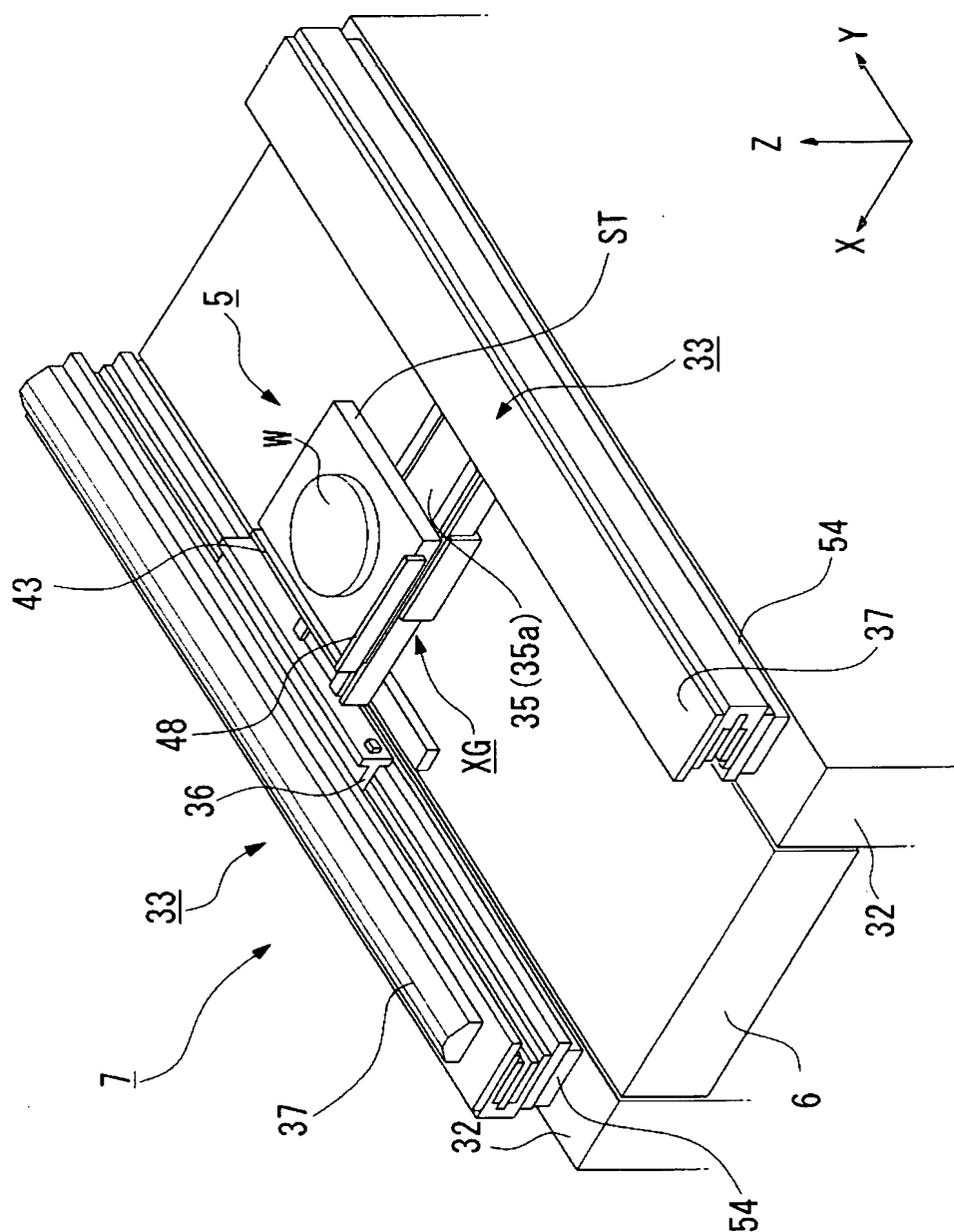
【図 1】



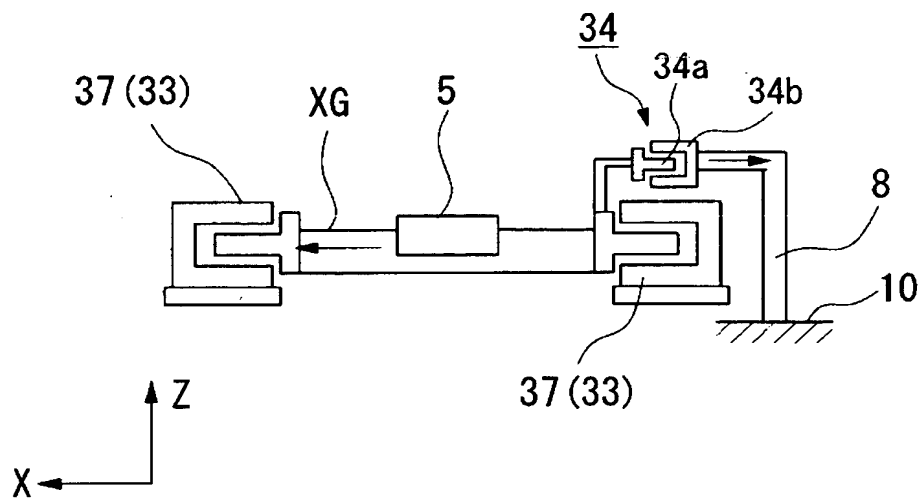
【図 2】



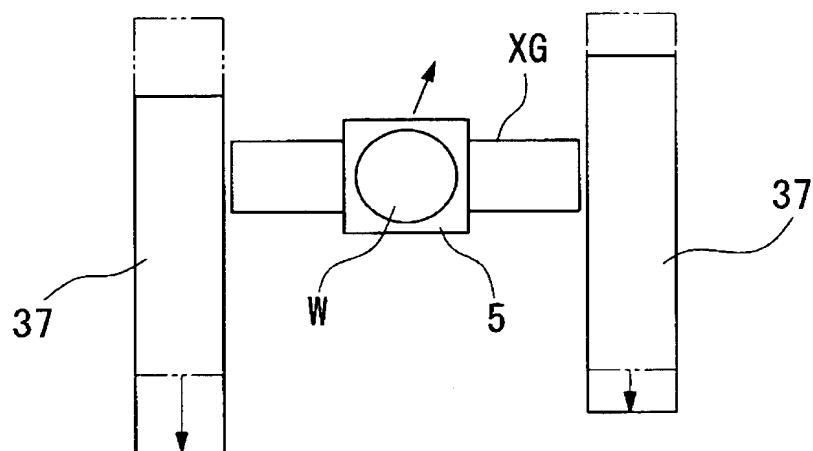
【図 3】



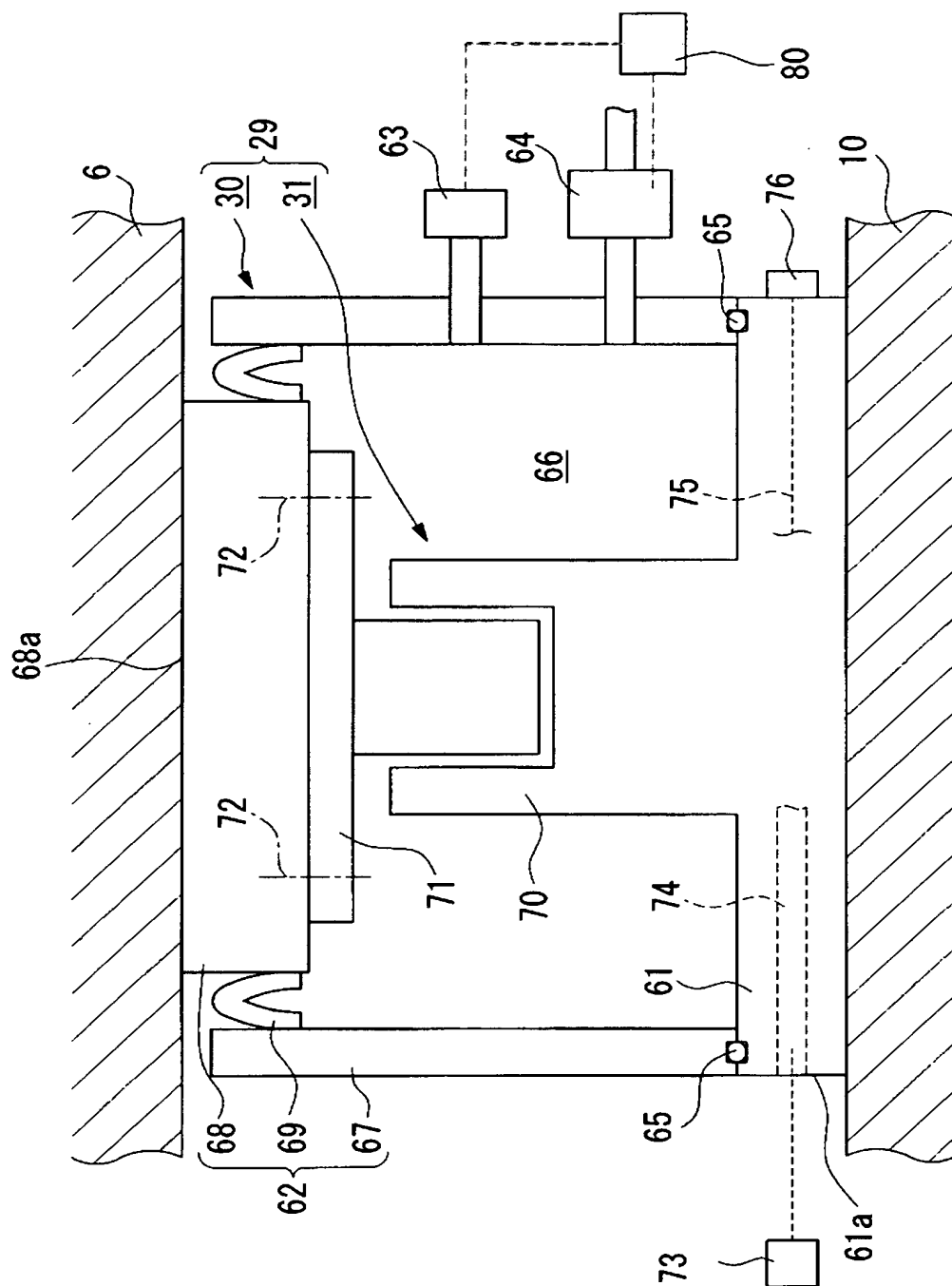
【図 4】



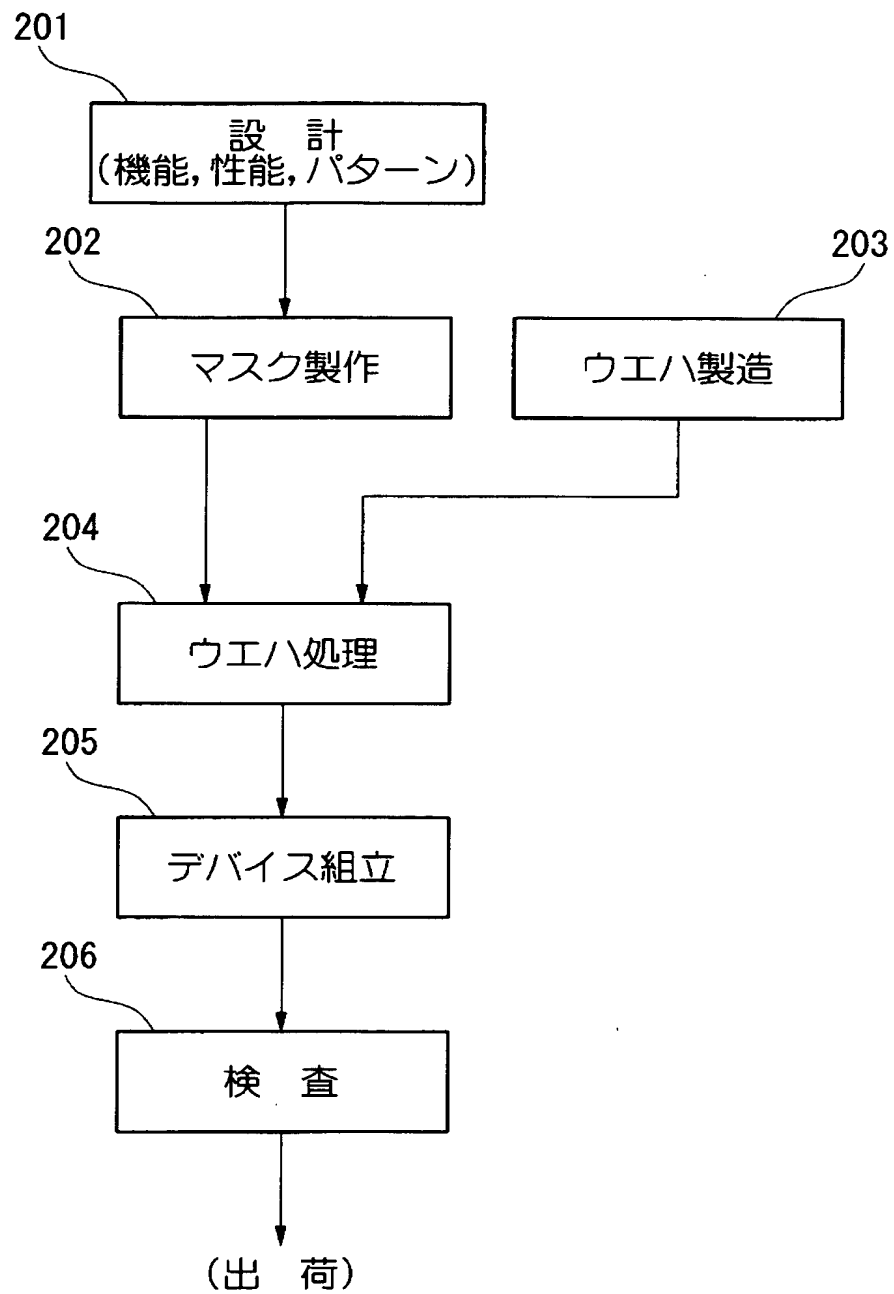
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 装置の大型化や露光精度の低下を招くことなくデバイスの微細化に対応する。

【解決手段】 物体 6 を支持する支持面 68a を有する。所定圧力の気体が充填され、物体 6 を気体により支持面 68a と直交する第 1 方向に支持する気体室 30 と、気体室 30 に配設され、電磁力により物体 6 を第 1 方向に駆動する駆動装置 31 とを備えた。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 2 - 2 2 8 9 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 1 1 2 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号  
氏 名 株式会社ニコン
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 6 日  
[変更理由] 名称変更  
住所変更  
住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号  
氏 名 株式会社ニコン